

1 haar

$$v = \sum LightArea - \sum DarkArea$$

设 $X(m, n)$ 为图像中的一个像素值, $L(X)$ 为 X 点所在的行从左端到 X 扫过的像素和, $I(X)$ 为 X 点和原点组成的矩形内的像素值和。

$$L(X) = \sum_{j=1}^{j=n} P(m, j)$$

$$I(X) = L(X) + L(m-1, n)$$

则图中所示的矩形 ABCD 的像素和为:

$$\sum = I(C) + I(A) - I(B) - I(D)$$

2 adaboost

给定: $(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)$ 其中 $x_i \in X, y_i \in Y = -1, +1$
初始化 $D_1(i) = 1/m$. 从 $t = 1$ 到 $t = T$:

1. 使用分布 D_t 训练弱分类器
2. 获取弱假设 $h_t: X \rightarrow -1, +1$, 误差为 $\epsilon_t = Pr_{i \sim D_t}[h_t(x_i) \neq y_i]$
3. 选择 $\alpha_t = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1-\epsilon_t}{\epsilon_t} \right)$
4. 更新权重:

$$D_{t+1}(i) = \frac{D_t(i)}{Z_t} \times \begin{cases} e^{-\alpha_t} & \text{if } h_t(x_i) = y_i \\ e^{\alpha_t} & \text{if } h_t(x_i) \neq y_i \end{cases}$$

Z_t 为归一化因子。

5. 输出最终假设: $H(x) = \text{sign} \left(\sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \right)$

3 hog

设 v 为未标准化的区块梯度矢量, $\|v\|_k (k = 1, 2)$ 是 v 的 k -范数 (norm), e 是一个很小的常数 (具体值并不重要), 四种标准化算法如下:

$$L2 - norm : f = \frac{v}{\sqrt{\|v\|_2^2 + e^2}}$$

$$L2 - Hys$$

$$L1 - norm : f = \frac{v}{(\|v\|_1 + e)}$$

$$L1 - sqrt : f = \sqrt{\frac{v}{(\|v\|_1 + e)}}$$

L2-Hys 是在 L2-norm 后进行截断, 然后重新进行标准化。

Dalal 和 Triggs 发现 L2-Hys, L2-norm, L1-sqrt 性能相似, L1-norm 性能稍有下降, 但都相对于未标准化的梯度矢量有明显的性能提升。

4 haaropencv

在 18×36 阳性样本分辨率下, 配置 15 层级联, 采用所有 Haar 特征, 单层在 15660 个阳性样本和 15660 个阴性样本下训练, 选定单级 50% 的误判率和 99.5% 的检测率, 运行时特征值缓存区和特征值索引缓存区大小设置为 1024MB 和 1024MB, 命令如下:

```
1 opencv_traincascade -data classifier -vec positives.vec\  
2 -bg negatives.txt -numStages 15 -minHitRate 0.995\  
3 -maxFalseAlarmRate 0.5 -numPos 15660 -numNeg 15660\  
4 -w 18 -h 36 -mode ALL -precalcValBufSize 1024\  
5 -precalcIdxBufSize 1024
```
